

氏名	三澤 孝史
所属	都市環境科学研究科 都市環境科学専攻 都市基盤環境学域
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	都市環境博 第 239 号
学位授与の日付	平成 30 年 9 月 30 日
課程・論文の別	学位規則第 4 条第 1 項該当
学位論文題名	施工上の制約を受ける RC 構造物の補修・補強法の開発ならびに耐荷性能評価に関する研究
論文審査委員	主査 教授 宇治 公隆 委員 准教授 上野 敦 委員 准教授 中村 一史

【論文の内容の要旨】

高度経済成長期に整備された膨大なインフラが劣化時期を迎えており、限られた財源の中で、適切かつ合理的な維持管理が求められている。劣化したRC構造物の補修・補強計画に必要な耐力・変形性能の適切な評価法は未だ確立されていない。特にRC構造物の耐荷性能の低下に大きな影響を及ぼす鉄筋腐食を取り上げて多くの研究が行われているが、RC梁の単調載荷実験に基づくものが大多数を占め、一定軸力が作用するRC柱に関する研究事例は少ない。このように、RC柱の適切かつ合理的な維持管理計画の策定のため、鉄筋腐食したRC柱の曲げ耐力・変形性能の精度の高い評価方法が望まれている。

RC構造物の維持管理にあたっては現状の性能を評価する必要があるが、耐震性能が現行の耐震基準を満足しない場合は耐震補強が行われる。兵庫県南部地震以降、RC構造物が脆性的な破壊に至らず曲げ破壊先行型となるように、鋼板巻立て工法等によるせん断補強が精力的に進められてきた。しかし、現時点においても背面に地盤がある、あるいは供用中の構築物がある等の施工上の制約により、せん断補強されていないRC構造物が多数存在する。これらのRC構造物に対し早急なせん断補強が求められている。さらに、東海・東南海・南海地震、首都圏直下地震のような大規模地震の発生が近い将来に高い確率で予想されており、RC橋脚において曲げ耐力が不足する可能性があり、被災後の早期復旧の観点から耐震性を向上させることが望まれる。曲げ補強には一般にRC巻立て工法や鋼板巻立て工法が用いられてきたが、河積阻害率の制約を受ける河川内や建築限界の制約、また施工性・経済性の観点から薄層で施工性の良い曲げ補強工法が求められている。

本論文は、これらの課題に対応するため、RC柱の鉄筋腐食と耐荷性能の関係についての基礎的知見を得るとともに、鉄筋腐食したRC柱の耐力・変形性能の評価法を提案した。さ

らに施工上の制約を受けるRC構造物の耐震補強工法（せん断補強と曲げ補強）の開発について述べたものである。

本論文は、全6章で構成されている。

第1章は、本研究の背景を整理し、研究の目的と意義を示している。

第2章は、RC構造物の耐荷性能の低下に大きな影響を及ぼす鉄筋腐食に関する既往の研究を整理し問題点を示した。次に、RC構造物の耐震補強について、片側から施工可能な既往の後施工せん断補強工法の問題点を示した後、片側から施工できる後施工せん断補強工法の概略を示した。さらに、既往の曲げ補強工法を整理し問題点を示した後、考案した補強後の巻立て厚さを薄くできる細径高強度筋を用いた曲げ補強工法の概略を示した。

第3章は、RC柱の軸方向鉄筋あるいは帯鉄筋を電食により3水準の質量減少量で腐食させた縮小柱試験体を用いた交番載荷実験をもとに、RC柱の鉄筋腐食と破壊性状および曲げ耐力・変形性能との関係を示した。さらに、鉄筋腐食したRC柱の曲げ耐力・変形性能の評価方法として、腐食した鉄筋の最小断面積を考慮することによる精度の高い評価方法を提案した。これにより、施工スペース等の制約を受ける場合においても限定して補修の必要箇所を推定できる。また、腐食により軸方向鉄筋を柱基部で取替える場合を想定し、フーチングの配筋量が多くはつりが可能な深さ・範囲や鉄筋間隔が狭く継手治具の大きさ等の施工上の制約を受けても対応できる突合せアーク溶接継手による補修方法を提案し、交番載荷実験により、腐食無し試験体と同等の耐荷性能であることを明らかにした。

第4章は、施工上、制約のあるRC構造物に対し片側からの施工を可能とした後施工せん断補強工法の開発について述べている。片側からの施工しかできない鉄道橋脚等のRC構造物の補強において、埋込み側にのみ定着板（六角ナット）を設置したせん断補強鉄筋を用いる「後施工せん断補強工法」を提案した。本工法は、コア削孔した孔にせん断補強鉄筋を挿入し、専用の定着材（可塑性モルタル）により既設コンクリートと一体化させる。さらに、考案した定着材の充填治具、せん断補強鉄筋の挿入治具を用いることにより、品質の確保、施工性の向上を実現した。載荷実験によりせん断補強効果を確認するとともに、せん断補強鉄筋の必要定着長を考慮した有効係数を用いる簡便なせん断耐力の算定方法を提案した。なお、本工法は既に鉄道RC橋脚や下水道施設に適用されている。

第5章は、細径高強度筋を用いた補強厚さを薄くできるRC橋脚の曲げ補強工法の開発について述べている。一般にRC巻立て工法や鋼板巻立て工法により曲げ補強が行われているが、RC巻立て工法では巻立て厚さが厚くなる。鋼板巻立て工法は揚重機器が必要になり、橋梁の桁下などでは施工性の低下や工費の増大が問題となっている。そこで、補強厚さをRC巻立て工法の1/3程度に薄くでき、施工性の良い経済的な曲げ補強工法を開発した。これまで曲げ補強に使用実績のない降伏強度600N/mm²を超える細径高強度筋（降伏強度1275N/mm²）を用いるとともに、橋脚基礎構造への影響を小さくし、施工性を向上させるため補強用軸方向鉄筋の端部に突起を設け定着長を短くできるようにしている。考案した曲げ補強工法の補強効果を交番載荷実験により確認するとともに、高強度鉄筋を用いた場合において

も耐力・変形性能を既往の評価式に準じることにより評価できることを示した.

第6章は, 本研究で得られた知見をまとめ, 今後の課題を挙げた.